

# Il progettista di edifici: una professione da recuperare

## *Proposta di un corso di laurea*

---

Natale GUCCI - Anna DE FALCO

---

Nel settore degli edifici di maggiore diffusione (case di abitazione di medie dimensioni), il progresso non ha originato, almeno nelle nostre zone, quei grandi passi in avanti che si riscontrano in altri campi, primo fra tutti quello dei trasporti. Ne è una prova la sistematica riutilizzazione delle vecchie case (al contrario delle vecchie carrozze), che gli utenti ritengono generalmente migliori non solo per il sapore storico, ma anche per le loro qualità tecniche; ne è una prova il fatto che gli impianti tecnici, per le costruzioni classiche costituiscono incrementi di comfort, mentre per quelle di più recente costruzione si rivelano spesso pròtesi indispensabili per la loro abitabilità. Indagini nel settore delle case popolari hanno poi confermato che le case classiche danno meno problemi di quelle recenti.

Un'analisi di questo fenomeno conduce ad attribuire l'insuccesso non tanto alla minor capacità dei costruttori o a ristrettezze economiche (oggi siamo meno poveri di ieri), ma piuttosto a sopraggiunte carenze culturali nella progettazione per difetto di preparazione tecnica, di buon gusto e, soprattutto, per effetto della parzializzazione delle conoscenze che inibisce quella visione olistica della costruzione necessaria per la qualità e per l'innovazione.

Si può osservare infatti che la progettazione è sempre stata definibile come una "concezione verificata". In passato e per le costruzioni ordinarie la verifica era implicita nell'applicazione delle "buone regole dell'arte", cioè nella somma di quelle pratiche costruttive che l'esperienza aveva messo a punto per i materiali e per i climi dei luoghi. In tal caso il progettista era una specie di sarto che vestiva un corpo tecnicamente predefinito occupandosi della distribuzione degli ambienti e della conformazione delle facciate e lasciando alle regole dell'arte, e quindi di fatto al costruttore, gli aspetti tecnici dell'edificio. Ciò è avvenuto per secoli, basti osservare, ad esempio, un palazzo trecentesco di Pisa e confrontarlo con l'edificio della Facoltà di Ingegneria (1936): si tratta, in sostanza, dello stesso oggetto, ma con fogge diverse.

Oggi, le nuove tecniche, sia per gli aspetti statici, sia per la disponibilità di impianti tecnologici,

sia per la introduzione di nuovi materiali (e per il venir meno dell'importanza della loro corrispondenza con i luoghi) hanno fatto sì che la progettazione come concezione verificata abbia cambiato significato perché la verifica non è più affidata al portato dell'esperienza, ma alla modellazione preliminare che ne accerta a tavolino la validità.. Ciò si attua con le "relazioni di calcolo" relative ai diversi aspetti tecnici, cosa mai nemmeno ipotizzata in passato.

La progettazione attuale dovrebbe pertanto consistere in un processo interattivo fra le diverse competenze, purtroppo separate per argomenti, e iterativo fra concezione e sua verifica, cioè in un "vai e vieni" oggi inattuato perché urta addirittura con la prassi legale della progettazione per fasi di fatto stagne: preliminare, definitiva ed esecutiva.

Nella pratica corrente questa procedura non si verifica perché le competenze sono distinte per formazione professionale e culturale e quindi poco disposte a processi interattivi e iterativi di collaborazione in fase di concezione degli edifici, che pertanto si rivela così spesso carente perché la buona ideazione richiede sempre conoscenze multidisciplinari. La progettazione si articola così in progetto "architettonico", in progetto "statico", in progetto degli impianti ecc. attuati in cascata. In altre parole, l'architetto concepisce le forme con l'antica cultura del sarto e lascia ai tecnici il compito di trasformare in immobile un oggetto di fatto pensato come soprammobile (il plastico o il rendering che conclude il suo progetto).

E' questo un portato della cultura divisionista che ha originato le specializzazioni "trasversali", cioè non rivolte ad obiettivi compiuti, ma soltanto verso aspetti isolati, dando luogo così: agli "struttureisti" (che si occupano soltanto della sicurezza al crollo e anche in modo indifferenziato fra una casa, un ponte o una gru), agli "architetti" (che hanno perso il loro ruolo di operatori completi per occuparsi soltanto delle caratteristiche estetiche e distributive), agli "impiantisti" che peraltro si ritengono appartenenti al mondo dell'industria e quindi estranei ai contenitori edilizi cui cercano di conferire doti di comfort climatico, rimaste affidate soltanto a loro e non meditate nella concezione.

Occorre porre rimedio, come sembra stia avvenendo nell'ambito prettamente scientifico ove si sta cercando di sostituire alla impostazione divisionistica quella olistica per abbracciare con nuovi principi e in modo compiuto temi complessi senza suddividerli in modo talvolta divergente. Sarebbe questo un ritorno culturale all'artigianato rinascimentale di cui dovremmo, almeno noi toscani, recuperare il DNA.

Negli ambienti e nei settori più avanzati, a questa nuova cultura scientifica fa seguito una nuova concezione della specializzazione: il contenimento delle conoscenze va guidato non considerando isolatamente soltanto alcuni aspetti di un'opera, ma circoscrivendola maggiormente e comunque valutandola sempre nel suo complesso.

In quest'ottica la scelta per la formazione di un professionista specializzato in edifici, ma che degli edifici conosce ed è capace di gestire tutti gli aspetti, risulta vincente rispetto a quella oggi in uso consistente nel preparare su di un solo aspetto (per esempio la statica) comune anche ad altre opere (le strade i ponti, le gru ecc.). Il primo operatore è capace di qualcosa di compiuto, è più indipendente e in grado così di superare le cause di insuccesso della moderna edilizia sopra accennate.

Ma c'è di più: con una siffatta preparazione, non si impara soltanto a far bene gli edifici, ma contemporaneamente si acquisisce una impostazione culturale ancora più importante, cioè l'attitudine a far bene le cose. Né si perde di potenzialità culturale, infatti, le conoscenze di base necessarie a governare tutti gli aspetti tecnici e umanistici riferiti agli edifici (dalla termofisica alla storia dell'architettura e così via) comportano conoscenze di base che rendono autonomamente convertibile un operatore così preparato, sia in termini di conoscenze che di impostazione culturale per applicarle.

Quanto sopra non è riferibile alla generalità dei prodotti della tecnica, in rapporto alla complessità degli obiettivi, ma fortunatamente la casa fa eccezione per due motivi: non è un organismo complesso come, ad esempio, lo è un aereo e contemporaneamente è conosciuto da tutti nelle sue componenti essenziali. In passato una sola mente è stata generalmente capace di abbracciare quanto necessario per un edificio, oggi le conoscenze tecniche sono ampliate, ma sono stati creati anche strumenti prima inesistenti per metterle in atto, cosicché una sola mente è ancora idonea allo scopo, sempreché la si educi.

D'altro lato, le opere dell'ingegneria civile com-

portano una corrispondenza uno a uno fra esemplare e progetto, al contrario dei prodotti industriali per i quali la progettazione è un'operazione che supera la pratica corrente. Ciò origina la necessità che la preparazione alla progettazione nel campo dell'edilizia sia capillarmente diffusa.

E' quindi possibile soddisfare la necessità di formare un operatore scientificamente, tecnicamente e umanisticamente completo nell'arco dei cinque anni corrispondenti ad un tre+due dell'attuale ordinamento universitario, rendendolo così anche opportuno.

In particolare nei primi tre anni è possibile impartire tutte le basi scientifiche e tutte le conoscenze tecniche necessarie per rendere l'allievo capace di gestire gli aspetti tecnici degli edifici: dalla statica, alla termofisica, agli impianti, alla diagnostica e al consolidamento, ai materiali, ai processi di costruzione. Ciò è possibile perché gli edifici sono oggetti di comune accezione e perché non vengono sovrapposti argomenti umanistici ai temi tecnici.

Si potrebbe così formare un laureato con laurea breve in DOMISTICA TECNICA, il quale, se (malauguratamente) non volesse completare la sua preparazione con il secondo livello, potrebbe inserirsi nel circuito progettuale attuale quale operatore tecnico (ad esempio strutturista) e risulterebbe meglio preparato dei generici che escono dalle facoltà di ingegneria con le lauree brevi. Infatti questi ultimi costituiscono un compromesso discutibile non solo nei riguardi degli obiettivi (non solo gli edifici), ma anche nella sovrapposizione dei temi tecnici a quelli umanistici.

L'opportunità di far precedere le conoscenze tecniche a quelle di natura umanistica deriva anche dalla maggiore ricettività delle menti giovani per le discipline sistematiche e per i fatti tecnici, mentre gli argomenti con prevalenti componenti umanistiche richiedono una maturazione che, peraltro, le conoscenze tecniche facilitano indirizzando verso quelle concezioni olistiche degli edifici che si ritengono necessarie per superare i nostri padri anche nel campo dell'edilizia.

Questa prima parte del corso di laurea tre+due attingerebbe naturalmente docenza quasi esclusivamente dalle facoltà di ingegneria con i criteri più avanti esposti. Ciò potrebbe comportare l'eventuale iscrizione all'albo degli ingegneri, con la stessa sorte delle altre lauree brevi, e quindi conseguire il titolo di ingegnere.

La laurea magistrale con accesso automatico da quella breve, dovrebbe conferire una preparazione corrispondente a quella dell'attuale archi-

tetto, tolti tutti gli aspetti tecnici (già acquisiti) e tutto quanto non è direttamente attinente agli edifici. I contenuti dovrebbero quindi spaziare dalla storia dell'architettura, ai caratteri distributivi degli edifici, alla composizione architettonica, all'arredamento ecc. Si tratterebbe cioè di imparare ad utilizzare le conoscenze tecniche con cultura e buon gusto stimolando anche quel nostro DNA toscano (se l'attuazione avesse luogo in Toscana), che oggi abbiamo gettato alle ortiche facendoci colonizzare dall'architettura globalizzata.

Questa seconda parte attingerebbe naturalmente docenza quasi esclusivamente dalle facoltà di architettura e potrebbe originare la laurea magistrale in DOMISTICA, con conseguente iscrizione all'albo degli architetti come per le altre lauree specialistiche della classe.

La laurea magistrale così conformata, cioè il tre+due che si propone, sarebbe anche coerente con le prescrizioni europee sull'architettura, anche nella formulazione più restrittiva precedente l'ultima direttiva.

Si attuerebbe così in campo neutrale ciò che né le facoltà di ingegneria né quelle di architettura da sole possono fare. D'altra parte la figura professionale derivante è ben differenziata già nei concetti informatori da quelle in cantiere sia nelle facoltà di architettura, sia in quelle di ingegneria e non originerebbe concorrenza. Si tratterebbe infatti di un altro prodotto, anche se per vari motivi forse più appetibile.

La precisazione dell'obiettivo, i concetti informatori sopra esposti e la libertà di scelta dello staff dei docenti costituiscono i punti essenziali per la definizione del corso di studi.

L'autonomia rispetto a singole Facoltà di siffatto corso di laurea favorisce il superamento della necessità di dare occasioni di docenza a staff esistenti, cosa che purtroppo avviene troppo spesso nelle facoltà universitarie; inoltre, avendo circoscritto agli edifici l'oggetto degli insegnamenti (da cui "domistica"), è possibile definire i programmi e in conseguenza scegliere i docenti, partendo dalle prerogative proprie degli edifici per giungere alle conoscenze di base necessarie a coglierne compiutamente gli aspetti siano essi tecnici oppure umanistici.

La metodologia per la scelta dei programmi, di cui in appendice si dà esempio, avrebbe quindi questo iter: individuazione delle prerogative, poi, per ogni prerogativa (ad esempio sicurezza statica), prevedere: capitoli dello stato dell'arte necessari (ad esempio: cemento armato ecc.), cono-

scenze di base propedeutiche (ad esempio parti sostanziali della scienza delle costruzioni), conoscenze metodologiche di base (ad esempio: parti sostanziali della matematica e dell'informatica).

Raccogliere poi a denominatore comune tutti i contenuti per la formazione dei corsi (con relativi esami e quindi crediti acquisiti) e per individuare i docenti più adatti (anche in modo indipendente dalle consulenze utilizzate in fase di definizione dei programmi). In tal modo si superano e si specializzano i contenuti delle discipline classiche, cui i docenti sono spesso troppo attaccati.

L'analisi del carico didattico (di cui al quadro in appendice relativo alla laurea triennale) conduce alla previsione di cinque esami per anno (quindici per la domistica tecnica, ulteriori dieci per la laurea magistrale). Un carico didattico così circoscritto, grazie alla specializzazione per obiettivo, potrebbe garantire il rispetto del percorso didattico per allievi a pieno tempo purché non fossero ammesse deroghe alla propedeuticità degli insegnamenti e gli insegnamenti venissero attuati con controllo periodico della preparazione.

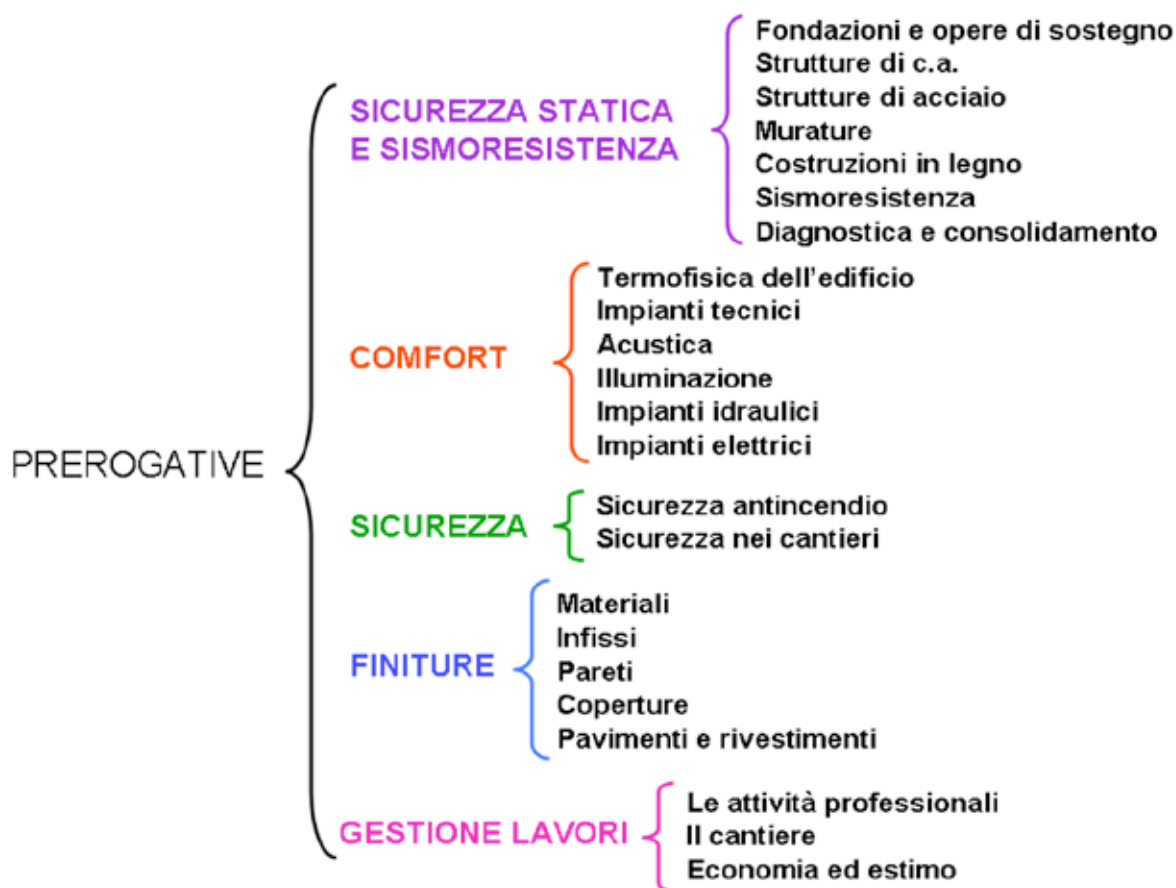
Invece per le discipline opzionali (obbligatorie per legge) la preferenza dovrebbe essere implicita nella stessa scelta del corso di studi, allo scopo di non inquinare il principio fondamentale del corso che, per sua natura, non ammette alternative perché vi si insegna solo ciò che serve per l'obiettivo scelto. E' proprio questa la scelta opzionale che lo studente compie iscrivendosi, cioè di studiare soltanto l'edilizia.

Un siffatto corso di laurea, in realtà quinquennale, contribuisce anche a superare il dannoso isolamento culturale che oggi affligge sia le attuali facoltà di ingegneria che quelle di architettura, innescando un processo educativo virtuoso capace di produrre professionisti non solo competitivi nel mercato globale delle costruzioni degli edifici, ma anche ricchi di conoscenze di base che possono consentire anche riconversioni in settori contigui.

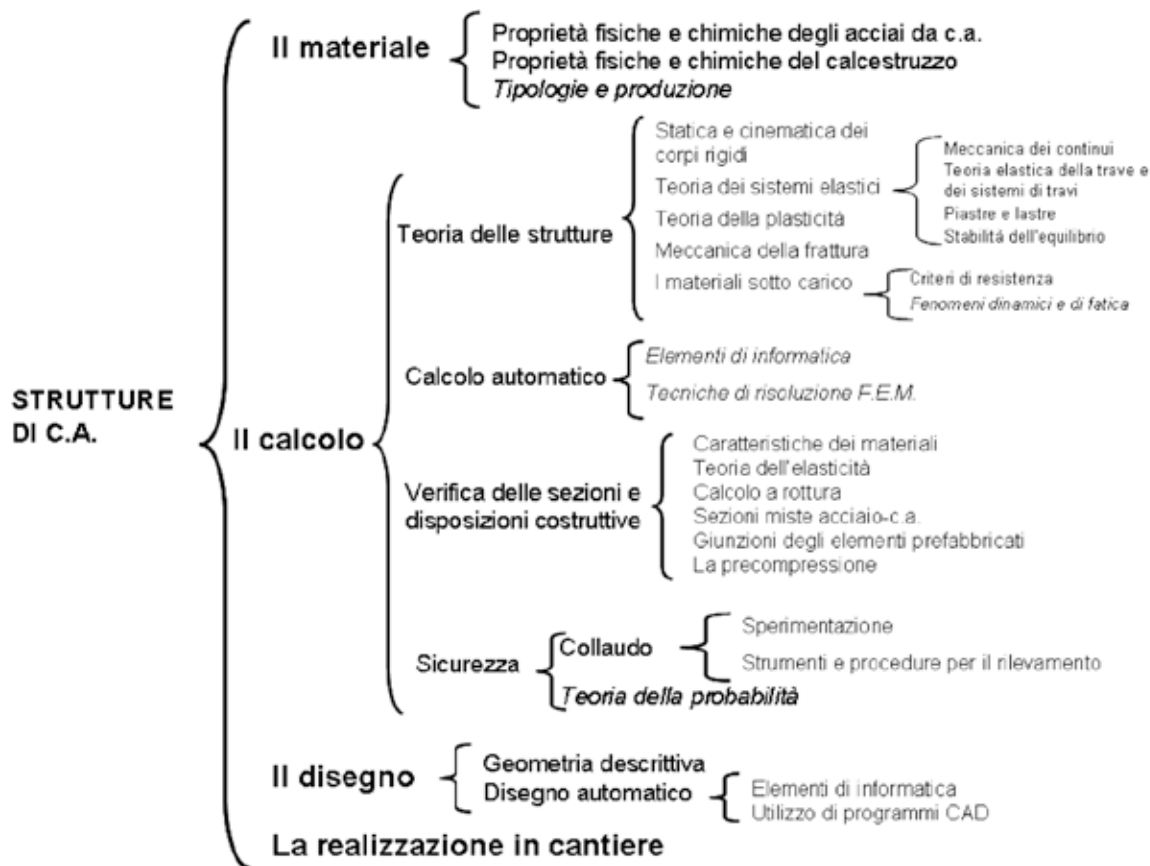
## APPENDICE

Nel Prospetto 1 è mostrato lo schema delle prerogative considerate per la laurea in Domistica Tecnica.

Si riporta qui uno stralcio dello studio completo (a disposizione di chi sia interessato), relativo a un solo aspetto della prima prerogativa. Nel Prospetto 2 è quindi mostrata l'analisi delle conoscenze relative alle "strutture di cemento armato":



**Prospetto 1.** Sintesi delle prerogative degli edifici prese in esame per la scelta degli insegnamenti e la stesura dei programmi



**Prospetto 2** Esempio di sviluppo di una prerogativa.

Il complesso di tutto quanto necessario per le prerogative degli edifici elencate, ottenuto in modo analogo a quanto qui esplicitato per il c.a., fornisce il seguente piano di studi e i contenuti dei programmi, ottenuti come insieme intersezione di quanto necessario per coprire la preparazione su tutti gli argomenti tecnici attinenti agli edifici.

## ORDINAMENTO DEI CORSI

### I ANNO

Analisi matematica I e Geometria

Fisica I

Chimica (1/2) + Tecnologia dei materiali (1/2)

Elementi di fisica II e Termodinamica 12

Disegno tradizionale ed automatico (1/2) + Scienza delle Costruzioni I (1/2)

### II ANNO

Elementi di analisi matematica II (1/2) + Elementi di informatica (1/2)

Scienza delle Costruzioni II (1/2) + Geotecnica (1/2)

Termofisica dell'edificio e Impianti

Principi di Urbanistica e Legislazione delle Costruzioni + Inglese tecnico

Sicurezza, organizzazione e gestione del cantiere (1/2)

Principi di Diritto, Economia ed Estimo (1/2)

### III ANNO

Tecnica delle Costruzioni I (muratura, legno e acciaio)

Tecnica delle Costruzioni II (c.a. e fondazioni)

Tecniche di rilevamento (1/2) + Sperimentazione e Collaudo (1/2)

Consolidamento + Costruzioni in zone sismiche

Materiali e tecniche per finiture

## PROGRAMMI DEI CORSI

### Analisi matematica I e Geometria

Logica, insiemi e numeri. Spazi metrici. Successioni. Funzioni di una variabile. Limiti, derivate e integrali; Infinitesimi e infiniti. Numeri complessi. Elementi di algebra lineare e calcolo matriciale. Spazi vettoriali. Coniche e quadriche. Polarità. Cenni di calcolo combinatorio.

### Fisica I

Elementi di metrologia. Il trattamento delle osservazioni: campioni e modelli stocastici – definizione di probabilità – variabili casuali e variabili sta-

tistiche – distribuzioni. Cenni di teoria degli errori. Cinematica del punto. Dinamica del punto e dei sistemi di punti. Le forze e le leggi di Newton. Il lavoro e i teoremi sull'energia. Campi scalari e vettoriali. Fenomeni oscillatori. La meccanica dei fluidi: il moto dell'acqua nelle condotte – l'equazione di Bernoulli – le correnti a pelo libero.

### Chimica (1/2)

La struttura atomica e il sistema periodico. Il legame chimico e la struttura molecolare. Gli stati di aggregazione della materia. Le reazioni chimiche. Le soluzioni. Gli equilibri chimici. Elettrochimica. Cenni di chimica organica.

### Tecnologia dei materiali (1/2)

Le leghe metalliche: i diagrammi delle fasi. Caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali naturali: pietra, legno, gomma. Caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche dei materiali artificiali: vetro, polimeri, bitumi, materiali ceramici, leganti. Il calcestruzzo: i cementi e gli inerti – dalle materie prime al processo di produzione – tipi di cementi e impieghi. Le proprietà acustiche dei materiali da costruzione. I processi di produzione e di lavorazione dei materiali. I prodotti commerciali. Gli antichi materiali da costruzione: caratteristiche e produzione.

### Elementi di fisica II e Termodinamica

Correnti e tensioni. La conduzione elettrica nei solidi. I circuiti elettrici. Il magnetismo: il campo magnetico – il flusso magnetico – l'induzione elettromagnetica e la legge di Lenz. Circuiti elettromagnetici (basi). Principi di ottica: riflessione e rifrazione, le leggi di Cartesio – i sistemi ottici – le lenti e gli specchi. L'acustica: la sensazione uditiva e la scala dei fon – il livello sonoro – i metodi di misura – l'isolamento acustico e la legge di massa. Le proprietà acustiche dei materiali: assorbimento – riflessione – trasmissione. L'acustica degli spazi chiusi: risonanza e riverberazione. L'energia radiante (cenni). Le grandezze e le unità fotometriche. La termologia: calore e lavoro. Le modalità di trasmissione del calore. Definizione del sistema. Energia, massa, moto. 1° e 2° principio della termodinamica. Tipi di miscele. I diagrammi di stato. I cicli termodinamici: i cicli frigoriferi.

### Disegno tradizionale ed automatico (1/2)

Costruzioni geometriche e normativa del disegno tecnico. Le proiezioni ortogonali. L'assonometria e la prospettiva. Le tecniche grafiche manuali e strumentali. La rappresentazione degli elementi

costruttivi dell'architettura. I metodi di rappresentazione con l'uso del computer. I programmi CAD.

### **Scienza delle Costruzioni I (1/2)**

La cinematica del corpo rigido vincolato. L'analisi cinematica delle strutture: i cedimenti vincolari e le distorsioni – i procedimenti analitici e grafici. La statica del corpo rigido: le reazioni vincolari – il principio dei lavori virtuali – l'equilibrio del corpo rigido. La statica delle strutture: le strutture piane isostatiche e le travature reticolari – le caratteristiche della sollecitazione – le equazioni indefinite di equilibrio. La geometria delle aree: i baricentri delle figure piane – le proprietà inerziali delle figure piane. La deformabilità dei materiali: la legge di Hooke. L'ipotesi di Navier per la trave. Il concetto di tensione e i criteri di resistenza.

### **Elementi di analisi matematica II (1/2)**

Le serie di funzioni. Le funzioni di più variabili: massimi e minimi. Gli integrali delle funzioni di più variabili. Gli integrali superficiali e le forme differenziali. Le equazioni differenziali ordinarie. Cenni di teoria delle probabilità.

### **Elementi di informatica (1/2)**

La struttura di un calcolatore. Il linguaggio macchina. Le basi di numerazione. La rappresentazione dei numeri in base 2. La struttura di un programma. La sintassi dei linguaggi di programmazione. I tipi di dato astratto. Gli algoritmi fondamentali. Elementi di basi di dati.

### **Scienza delle Costruzioni II (1/2)**

La teoria della deformazione nel continuo. Il continuo di Cauchy – le equazioni indefinite di equilibrio. I modelli costitutivi: il legame elastico lineare e isotropo e l'energia di deformazione elastica – cenni sul legame elasto plastico. Il problema elastico: casi piani, piastre, lastre e travi. Il problema di de Saint Venant. Le equazioni di M. Iler-Breslau. La stabilità dell'equilibrio elastico. Cenni di teoria della plasticità. Cenni di analisi limite. Cenni di meccanica della frattura. Cenni sui fenomeni dinamici e di fatica. Il calcolo automatico delle strutture: i metodi matriciali, il metodo degli elementi finiti e loro implementazione sull'elaboratore automatico – basi sull'utilizzo dei programmi commerciali.

### **Geotecnica (1/2)**

L'identificazione e la genesi delle rocce. L'identificazione delle terre. Le acque sotterranee. I metodi di esplorazione del sottosuolo. Le prove di labora-

torio per l'identificazione dei terreni. Le proprietà fisiche e meccaniche dei terreni: determinazione dei parametri geotecnici. Il calcolo della portata di un terreno. Il calcolo della spinta delle terre. La teoria della consolidazione. Il calcolo dei cedimenti. Le tecniche di consolidamento e stabilizzazione. La liquefazione dei terreni in presenza di azioni dinamiche.

### **Termofisica dell'edificio e impianti**

Le condizioni di benessere. L'involucro edilizio: la condensa interstiziale – i ponti termici – il dimensionamento termo-igrometrico delle pareti – la scelta dei materiali e la corretta messa in opera. Il comportamento dell'edificio: la risposta alle condizioni esterne – il bilancio energetico globale. Le specifiche di progetto per gli impianti tecnici. Gli impianti per il benessere termoigrometrico: il riscaldamento e la climatizzazione, criteri di scelta e obiettivi. Cenni sui sistemi di regolazione, telegestione e contabilizzazione dell'energia. La sicurezza negli impianti termici: disposizioni per le centrali termiche, l'adduzione di gas nei locali, i legami con la compartimentazione. Cenni sulle stime dei costi globali. Gli impianti antincendio: la compartimentazione, la gestione, gli accessi per i VV.FF. Gli impianti di illuminazione: i dispositivi – il calcolo degli illuminamenti. Gli impianti idraulici: le reti interne di distribuzione e gli impianti di pressurizzazione – gli impianti di smaltimento – i sifoni e la ventilazione – gli impianti di irrigazione – il calcolo delle perdite di carico. Gli impianti elettrici: i conduttori – le linee elettriche – il calcolo delle impedenze – i sistemi di protezione – gli impianti in ambienti speciali. Altri eventuali impianti

### **Principi di Urbanistica e legislazione delle costruzioni**

Il fenomeno insediativo e la sostenibilità ambientale: la città – il rapporto tra società e forme spaziali – il metodo per la progettazione – la nascita dell'urbanistica moderna – le esperienze italiane ed americane. I modelli di struttura e la forma della città. Le analisi urbanistiche: analisi sul suolo, popolazione, attività – analisi sul proporzionamento delle aree – analisi dei servizi e delle attrezzature della città – il verde e il traffico – analisi della forma. L'evoluzione della disciplina urbanistica in Italia: lo jus aedificandi e lo jus utendi, l'esproprio e le relative indennità – l'ambiente ed il patrimonio storico urbano. La pianificazione urbanistica: il piano regionale di sviluppo – il piano territoriale di coordinamento – il piano regolatore generale – il programma di fabbricazione – il piano di lottizza-

zione – le misure di salvaguardia – il regolamento edilizio – la concessione edilizia – l'autorizzazione edilizia. I piani particolareggiati e i programmi di recupero e di riqualificazione. Il regime sanzionatorio: le sanzioni penali ed amministrative. L'abusivismo edilizio: il condono e le sanzioni. La normativa sui Lavori Pubblici e quella dell'U.E. Le leggi a tutela della proprietà nelle costruzioni.

### **Sicurezza, organizzazione e gestione del cantiere (1/2)**

L'analisi del rischio: tipi, statistiche e probabilità. La sicurezza antincendio: il comportamento dei materiali alle alte temperature – il calcolo dei carichi di incendio – i sistemi di protezione passiva: la compartimentazione, le vie di fuga, estintori e idranti – i sistemi di protezione attiva: gli impianti automatici e i sistemi di rilevazione – il rilevamento e l'allarme – la legislazione. Il cantiere: gli operatori – l'impianto – gli appalti. I modi e i tempi di esecuzione dei lavori e la determinazione dei costi. La programmazione dei lavori: il programma Gantt e il PERT. La sicurezza nei cantieri: le disposizioni di sicurezza – i dispositivi di protezione individuale, i dispositivi sui macchinari, le misure di sicurezza sui ponteggi e sugli impianti elettrici – l'informazione del personale – gli enti e le strutture di controllo – le direttive europee e la legislazione italiana.

### **Principi di Diritto, Economia ed Estimo (1/2)**

L'ordinamento giuridico: le fonti del diritto – i gradi di giurisdizione. I beni e la proprietà: categorie dei beni – il possesso – i modi di acquisto e i limiti della proprietà – le espropriazioni – le azioni a tutela della proprietà e del possesso. Le servitù prediali e il regime delle distanze tra costruzioni. Il contratto: contratti tipici ed atipici – formazione ed effetti – nullità e risoluzione. L'impresa e la concorrenza. I contratti di appalto e le modalità di aggiudicazione. Le società. Le responsabilità: fondamentali – le responsabilità da attività pericolose e per rovina di edificio – le responsabilità professionali dell'ingegnere. Economia generale: la produzione – il mercato – i prezzi e i costi. La stima: scopo e criteri – le tecniche estimative. Estimo civile: il valore di mercato – il valore di costo – il valore complementare e di trasformazione. Estimo territoriale: il valore di mercato – il valore di costo. Valutazione a norme convenzionali: oneri urbanizzativi – l'indennità di espropriazione – la stima del valore locativo.

### **Tecnica delle Costruzioni I (muratura, legno e acciaio)**

La sicurezza nelle costruzioni: il metodo di verifica delle tensioni ammissibili – il metodo semiprobabilistico agli stati limite – i controlli di qualità dei materiali. La scelta del sistema costruttivo. La valutazione delle azioni sulle costruzioni: il calcolo dei pesi propri – la valutazione dei carichi di origine antropica e climatica e delle azioni eccezionali – La valutazione delle azioni sismiche. Le strutture in acciaio: gli edifici civili – i fabbricati industriali – i criteri generali di progettazione – le controventature. La tecnologia della carpenteria metallica e i criteri di progetto delle membrature. I collegamenti nelle strutture di acciaio: i collegamenti saldati – i collegamenti bullonati – metodi di calcolo e verifiche. I solai in lamiera grecata: le tipologie – i campi di impiego – il montaggio – il calcolo e la verifica. I solai in acciaio e muratura. Le strutture in legno: le tipologie – i criteri generali di progettazione – le controventature. I nodi delle strutture in legno: le tipologie – l'impiego dell'acciaio nelle connessioni. I solai in legno: le tipologie – i campi di impiego – il montaggio – il calcolo e la verifica. Le costruzioni in muratura semplice: le tipologie e le tecniche costruttive. La muratura armata: gli impieghi – il calcolo e la verifica.

### **Tecnica delle Costruzioni II (c.a. e fondazioni)**

La sicurezza nelle costruzioni: il metodo di verifica delle tensioni ammissibili – il metodo semiprobabilistico agli stati limite – i controlli di qualità dei materiali. La scelta del sistema costruttivo. La valutazione delle azioni sulle costruzioni: il calcolo dei pesi propri – la valutazione dei carichi di origine antropica e climatica e delle azioni eccezionali – La valutazione delle azioni sismiche. Il calcestruzzo: tipologie e principali impieghi nelle strutture. L'acciaio da c.a.: tipologie e principali impieghi nelle strutture. La teoria statica convenzionale del c.a.: ipotesi e verifiche sperimentali. La disposizione delle armature nelle membrature di c.a. Il progetto e la verifica delle sezioni in presenza delle diverse caratteristiche della sollecitazione: la compressione e la trazione – la pressoflessione retta e deviata – la tensoflessione retta e deviata – la flessione e il taglio – la torsione. L'aderenza acciaio-cla. Il comportamento statico della sezione al variare della percentuale di armatura. Il calcolo a rottura: le ipotesi di base – i domini di interazione. Le disposizioni costruttive nei collegamenti e nelle zone di concentrazione degli sforzi. Cenni sui processi di prefabbricazione e sulle tipologie dei prodotti commerciali. Cenni sulla precompressione. I solai con travetti in c.a.: le tipologie – le peculiarità – i campi di impiego – le indicazioni di montaggio e

le disposizioni costruttive – il calcolo e la verifica. I solai misti acciaio-cls: le tipologie – i campi di impiego – il montaggio – il calcolo e la verifica. Le tipologie di fondazioni in c.a.: le fondazioni superficiali: i plinti, le platee e le travi rovesce – le fondazioni profonde: le palificate, i pozzi e i setti. I metodi di calcolo per le fondazioni: il calcolo delle caratteristiche della sollecitazione – la valutazione dell'interazione suolo-terreno. Le disposizioni costruttive nelle strutture di fondazione. Le strutture a retta del terreno: le paratie – i muri di sostegno – i metodi di calcolo e le disposizioni costruttive.

### **Tecniche di rilevamento (1/2)**

Elementi di metrologia. Il rilievo diretto e indiretto. Gli strumenti e le procedure per il rilievo: fondamenti e finalità – gli strumenti di misura, le caratteristiche e le modalità d'uso – il trattamento dei risultati della misura. Elementi di topografia e geodesia: misura degli angoli azimutali e zenitali – misura delle distanze – misura dei dislivelli – procedimenti per la rappresentazione del terreno – definizione delle superfici di riferimento. Elementi di cartografia: la classificazione – le proiezioni centrali e la geometria proiettiva – la cartografia ufficiale italiana. La fotogrammetria: i fondamenti – gli strumenti di presa – gli strumenti per la restituzione. La stereofotogrammetria e le sue applicazioni attraverso il linguaggio informatico.

### **Sperimentazione e Collaudo (1/2)**

Le tecniche per la sperimentazione delle strutture. Le caratteristiche di impiego degli strumenti di misura. La “precisione” e l’“accuratezza” nelle misure delle caratteristiche dei materiali. I metodi a pieno campo per i solidi deformabili: il metodo delle griglie piane – la fotoelasticità piana e tridimensionale – i rivestimenti fotoelastici – le vernici fragili – il metodo Moiré – l'interferometria olografica. La normativa sui collaudi. I metodi di prova in cantiere con carichi statici: la scelta della struttura da provare – i mezzi di carico – le misure di deformazione – i flessimetri e gli estensimetri – i clinometri – la conduzione delle prove – l'interpretazione dei risultati. I metodi di prova in cantiere con carichi dinamici: i mezzi di carico – i dispositivi di misura – l'interpretazione dei risultati. I controlli non distruttivi: apparecchiature e macchine di laboratorio – controllo radiografico – il controllo con ultrasuoni – il controllo magnetoscopico – il controllo con liquidi penetranti. Le indagini di laboratorio: le prove sul materiale base – i modelli. Le prove distruttive su prototipi. Il monitoraggio.

### **Consolidamento del patrimonio storico (1/2)**

Cenni sulla storia delle costruzioni e delle tecniche costruttive. Lo studio dei paramenti murari: le indagini sperimentali e la deduzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali. L'analisi del degrado dei materiali. L'analisi dei dissesti: l'interpretazione dei quadri fessurativi e deformativi – il rilievo dello stato tensionale – le modellazioni analitiche e numeriche. I principi del restauro statico e le tecniche di consolidamento per le strutture in muratura, acciaio, legno, c.a.

### **Costruzioni in zone sismiche (1/2)**

Il movimento tellurico: l'origine e le grandezze di misura. Il rischio sismico e la zonizzazione. Le registrazioni sismiche: il sismografo, gli accelerometri e i misuratori di spostamenti assoluti, i principi di funzionamento e il campo di utilizzo. Lo spettro di risposta: gli accelerogrammi – l'analisi di spettro. Lo studio delle sollecitazioni da sisma: l'analisi statica. La fatica oligociclica negli elementi di acciaio, c.a. e muratura. Gli effetti del danneggiamento del materiale sulla risposta sismica in fase di scuotimento. Le disposizioni costruttive nelle membrature di c.a., nei nodi e nelle unioni tra elementi di acciaio o prefabbricati. I metodi POR per la verifica di strutture in muratura. La verifica delle costruzioni in zona sismica. L'adeguamento e il miglioramento sismico.

### **Materiali e tecniche per finiture**

I materiali per finiture: materiali naturali e artificiali – la conducibilità apparente – la capacità termica e la massa frontale – le caratteristiche REI. I serramenti: i sistemi di apertura e oscuramento – il telaio, il tamponamento e i nodi – i requisiti per il benessere. Le pareti: le caratteristiche delle pareti prefabbricate e di quelle eseguite in opera – i materiali impiegati – le pareti divisorie interne ed esterne e loro caratteristiche termoacustiche, igrometriche e di resistenza REI. I pavimenti: le caratteristiche e i requisiti dei pavimenti esterni ed interni. I controsoffitti: le tipologie e i sistemi di aggancio. I rivestimenti: le malte, gli intonaci, le vernici i rivestimenti ad elementi. Le coperture: a tetto e a terrazza, la struttura di sostegno e l'orditura – la formazione delle pendenze – l'isolamento termoacustico – l'impermeabilizzazione – il manto di copertura – la ventilazione. I sistemi di smaltimento delle acque meteoriche. Le gronde e i cornicioni.

*Natale GUCCI, ingegnere civile-edile, professore ordinario di “Diagnostica e Consolidamento” nell'Università di Pisa, nella sua lunga carriera scientifica e accademica ha dato importanti contributi al progresso delle costruzioni civili, trattandone, in modo rigoroso, innovativo e a largo spettro, prevalentemente gli aspetti sperimentale e progettuale con particolare riferimento alla sicurezza statica e alla sismoresistenza. Muovendodalle costruzioni metalliche e dalla tecnica della sperimentazione, da anni si interessa anche di edifici storici in muratura perseguendone la sicurezza statica con i saperi tecnici attuali, ma in modo coerente con il patrimonio di conoscenze che ha accompagnato la vita delle opere, ricercando cioè la sinergia fra la cultura tecnica e quella umanistica, per ricreare quella figura professionale cui si deve tutto l'antico degno di conservazione.*

*Anna DE FALCO, nata a Grosseto nel '67 si è laureata in Ingegneria Civile nel 1995 a Pisa, dove attualmente vive e lavora. E' attualmente Ricercatore di Tecnica delle Costruzioni presso il Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Pisa dove si occupa prevalentemente della diagnostica e del consolidamento degli edifici storici.*



## INGEGNERIA DOMISTICA

**PREROGATIVE**

- I SICUREZZA STATICA E SISMORESISTENZA**
  - FONDAZIONI E OPERE DI SOSTEGNO
  - STRUTTURE IN C.A. E IN ACCIAIO
  - MURATURE
  - STRUTTURE IN LEGNO
  - DIAGNOSTICA E SISMORESISTENZA
  - CONSOLIDAMENTO DEL PATRIMONIO STORICO
- II COMFORT**
  - TERMOFISICA DELL'EDIFICIO
  - IMPIANTI TECNICI NELL'EDIFICIO
  - ACUSTICA NELL'EDIFICIO
  - L'ILLUMINAZIONE
  - GLI IMPIANTI IDRAULICI
  - GLI IMPIANTI ELETTRICI
- III SICUREZZA**
  - SICUREZZA ANTINCENDIO
  - SICUREZZA NEI CANTIERI
- IV FINITURE**
  - MATERIALI
  - INFISSI
  - PARETI
  - COPERTURE
  - PAVIMENTI E RIVESTIMENTI
- V GESTIONE LAVORI**
  - LE ATTIVITA' PROFESSIONALI
  - IL CANTIERE
  - ECONOMIA ED ESTIMO

Alcuni argomenti possono essere coperti solo da cenni fenomenologici (in corsivo), altri sviluppati in modo operativo.

